

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-303975

(P2003-303975A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003.10.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 31/02		H 0 1 L 21/52	A 5 F 0 4 7
21/52		H 0 1 S 5/022	5 F 0 7 3
H 0 1 S 5/022		H 0 1 L 31/02	B 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-105148(P2002-105148)

(22) 出願日 平成14年4月8日 (2002.4.8)

(71) 出願人 301005371

日本オプネクスト株式会社

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地

(72) 発明者 古市 浩朗

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 川本 和民

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モニタ用フォトダイオード付光モジュール。

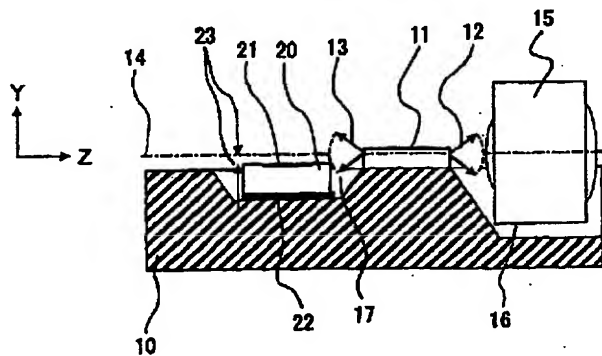
(57) 【要約】

【課題】 LDの光パワーをモニタするPDを搭載する光モジュールを、部品点数が少なく、はんだ等の接続回数やワイヤボンディング等の電気接続の回数も少なく、低い製造コストで実現する。PD用のベースを用いず、ジャンクションアップ型のLDにも適用可能なPD光モジュールを提供する。

【解決手段】 LD11の後方光13の光軸中心14と垂直方向に、オフセット23した位置に、PD20を受光面21が光軸中心とほぼ平行になるように搭載する。あるいは、後方光の光軸中心に対して0〜30°程度PDの受光面が傾くようにPD20を搭載する。更に、LD側の側面を傾けたPDを用いて、LD搭載基板との間で繰り返し反射させたあと、受光面21に入射させる。

【効果】 PD用のベースを用いず、ジャンクションアップ型のLDにも適用でき、低コストなPD搭載ができる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードの受光面が前記半導体レーザの後方光の光軸中心とほぼ並行で、前記後方光の光軸中心と所定のオフセットをもつ位置になるように、前記フォトダイオードが基板に直接固定されたことを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】前記フォトダイオードが前記半導体レーザ搭載された基板上に形成された溝に直接はんだで固定されたことを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】前記フォトダイオードが基板平面状上にはんだで直接固定され、前記半導体レーザの光軸中心が前記フォトダイオードの受光面よりも高くなるように搭載されたことを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 4】半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードの受光面が前記半導体レーザの後方光の光軸中心に対して角度 $0 \sim 30^\circ$ 傾くように前記フォトダイオードが基板に直接固定されたことを特徴とする光モジュール。

【請求項 5】前記フォトダイオードの基板への直接固定部は、前記半導体レーザの後方光の光軸方向に分布分離され、かつ、前記半導体レーザに近い方のメタライズの面積を前記半導体レーザに遠い方のメタライズの面積より大きくした複数のメタライズ部と、前記メタライズをはんだで固定する部をもつことを特徴とする請求項 4 記載の光モジュール。

【請求項 6】前記フォトダイオードの基板への直接固定部は、前記フォトダイオードのはんだ接続面の断面形状又ははんだの固定形状の少なくとも一方が、半導体レーザの後方光の光軸方向に、フォトダイオードの受光面を傾斜する形状であることを特徴とする請求項 4 記載の光モジュール。

【請求項 7】半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードが Si 基板上に異方性エッチングで形成された溝の傾斜面にはんだで直接固定され、前記半導体レーザの後方光の光軸中心に対して、前記フォトダイオードの受光面が前記溝の傾斜面の角度に従って傾くように前記フォトダイオードが搭載されたことを特徴とする光モジュール。

【請求項 8】半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードの側面が前記フォトダイオードの受光面に対し一定の角度の斜面をもち、前記フォトダイオードが固定される Si 基板が異方性エッチングで形成された溝をもち、前記フォトダイオードがその受光面が前記溝に向かい、かつ前記斜面に前記前記半導体レーザの後方光が入射し、前記斜面

で反射した後方光が前記溝を構成する面で反射され前記受光面に入射するように前記 Si 基板に直接固定されたことを特徴とする光モジュール。

【請求項 9】半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードが側面がその受光面に対し一定の角度の斜面をもち、前記フォトダイオードがその受光面が基板平面に隙間をもって対向し、かつ前記斜面に前記前記半導体レーザの後方光が入射し、前記斜面で反射した後方光が前記基板平面で反射され前記隙間を介して前記受光面に入射するように前記前記フォトダイオードが複数ののはんだ付け部で前記基板に直接固定されたことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、モニタ用フォトダイオード付光モジュール、更に詳しく言えば、半導体レーザとその半導体レーザの光パワをモニタするフォトダイオードを内蔵した光モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバによる長距離通信で用いる光モジュールは、主に半導体レーザ（以下、LD と略称する場合有り）を光源としている。光モジュールの使用環境の温度変化や LD の経年劣化の影響で、LD の光パワは変化しやすいため、光モジュールには、フォトダイオード（以下、PD と略称）を内蔵し、LD の光パワをモニタする機能を有していることが多い。この場合、一般に LD の前方の光出力を光ファイバに光結合して光通信用に用い、後方の光出力を PD で受光して、前方の光パワが一定になるように、LD の駆動電流を制御する。

【0003】このように LD の光パワをモニタする PD を内蔵した光モジュールにおいて、PD の搭載方法がいくつか提案されてきた。最も一般的で簡単な方法は、PD 用のベース（サブマウント、ヘッダ等の名称で呼ばれることもある）に、PD をはんだ等で固定した後、この PD 用のベースを LD の後方に、はんだ等で固定・搭載する。この構造を記載した文献としては、公開特許公報「半導体レーザ装置（特開平 6-289258 号公報）」や「光モジュール（特開平 9-21929 号公報）」等がある。

【0004】また、前述の PD 用のベースを用いない方法としては、LD を搭載する基板に、エッチング等で溝（チャンネル）を形成し、LD の後方光をこの溝に導光・反射させ、LD を搭載した基板面と同一面に、後方光の光軸とほぼ垂直に PD の入射面を搭載し、前述の反射光を受光する例がある。この構造を記載した文献として、例えば、「高さの低い光学的サブアセンブリ（特開平 9-222540 号公報）」がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】PD用のベースを使用した場合、LDの後方光の広がりに対して、PDに直接入射するようにPDを搭載することが可能なため、後方光の光パワを効率良く検出することができ、また、PDの搭載位置をある程度自由に決められる利点がある。しかし、PD用のベースを使用するために、1ヶ部品点数が多くなり、部品コストが増える。更に、はんだ等による接続工程の回数や、ワイヤボンディング等の電気接続の回数も1回多くなる。特に、はんだ接続の場合は、先付けのはんだが再溶融しないように、はんだの温度階層が必要であり、光モジュール全体で、はんだの温度階層の設計自由度が低下する。

【0006】また、PD用のベースを用いず、LD搭載基板の溝中に後方光を導光・反射させて、PDに入射する構造は、ジャンクションダウン型のLD（光の出射点がLD搭載基板のはんだ接続面の近い側にあるLD）で、LDの発光点から導光用の溝までの距離が小さい場合には適している。しかし、ジャンクションアップ型のLD（光の出射点がLD搭載基板のはんだ接続面と反対側の面の近い側にあるLD）では、LDの発光点から、導光用の溝までの距離が大きく、モニタに導光できる光量が小さくなるため、LDの光パワをモニタするにはPDへの受光量が不足する場合がある。

【0007】本発明の主な目的は、光モジュールを構成する部品点数が少なく、かつ、PD用のベースを用いず、LDの発光点から、モニタ用PDに導光できる光量を多くすることができるモニタ用フォトダイオード付光モジュールを提供することである。本発明の他の目的は、前記主な目的を達成するとともに、ジャンクションアップ型のLDにも適用可能なモニタ用フォトダイオード付光モジュールを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、半導体レーザと前記半導体レーザから出射された出射光の光パワをモニタするフォトダイオードを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードを半導体レーザが搭載される基板に直接固定するとともに、前記フォトダイオードの受光面を前記半導体レーザの後方光の光軸中心と一定の角度(0ないし60度)となるように構成する。

ここで、半導体レーザが搭載される基板とは、半導体レーザ素子が直接基板表面に固着される場合と、基板表面にサブマウントを介して固着される場合とを含む。前記フォトダイオード及び前記半導体レーザの前記基板への固定はジャンクションアップ、ジャンクションダウンのいずれでもよい。また、直接固定とははんだ付けされる場合を含む。

【0009】前記一定の角度を設ける好ましい実施形態では、前記フォトダイオードの受光面が前記半導体レーザの後方光の光軸中心とほぼ並行で、前記後方光の光軸

中心と所定のオフセットをもつ位置になるように、前記フォトダイオードが基板に直接固定されるもの（後方光を直接受光面に入射させるものと、フォトダイオードの側面、基板平面及び基板に形成された溝の面の反射を利用して受光面に入射させるものがある）、また、前記基板に溝を形成し、溝内面への前記フォトダイオードの直接固定に使うはんだの厚さ制御するもの、溝を構成する傾斜面を利用するもの、フォトダイオード素子の厚さに傾斜を付けるものがある。

10 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明による光モジュールの一実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、半導体レーザと前記半導体レーザからの出射光の光パワをモニタするフォトダイオードとを内蔵した光モジュールにおいて、前記フォトダイオードの受光面が前記半導体レーザの後方光の光軸中心とほぼ並行で、前記後方光の光軸中心と所定のオフセットをもつ位置になるように、前記フォトダイオードが基板に直接固定される。ベースとなるSi基板10上に半導体レーザ11が固定され、Si基板10の前方（図面右側）に異方性エッチングで形成された溝16に、前方レンズ15が、はんだや接着剤等で固定される。更に、Si基板10の後方（図面左側）の異方性エッチングで形成された溝17に、フォトダイオード20が、はんだ22で直接固定される。フォトダイオード20の溝17上へのフォトダイオード20の固定は、半導体レーザ11の後方光の光軸中心14と垂直方向にオフセット23した位置に、フォトダイオード20の受光面21が光軸中心14とほぼ平行になるようにフォトダイオードが搭載（固定）される。

【0011】前記構造において、LD11から出射された前方光12は前方レンズ15でビームの変換が行われ、最終的には光ファイバ（図示無し）に入射され伝送される。光12の光量を安定化するために、LD11の後方に後方光13をPD20の受光面21で受光し、光量をモニタする。ここで、一般にLD11の後方光13の垂直方向（図1のY方向）の広がり角は、半値全幅で30～50°程度ある。このため、PD20の受光面21を後方光の光軸14とほぼ並行となるようにPD20を搭載しても、光軸14に対してオフセット23をわずかに与えると、前方の光量を制御するために必要なレベルの光量がPD20で検出できる。

【0012】例えば、LD11の後方光13の半値全幅が40°前後で、オフセット23を50～100ミクロン程度に設定し、直径300ミクロンの受光面21を有するPD20で実測した場合、後方光13の光量全体の10～15%以上（光結合効率としては、-10～-8dB以上）が受光可能であり、実用上問題無いレベルであることを確認している。

【0013】なお、前記実施形態で、Si基板10上の溝16、17は、異方性エッチングで形成された例を示したが、ダイシング等で同様の溝を形成してもよい。また、前記実施例ではベースとしてSi基板を用いたが、セラミック基盤等を用いてもよく、この場合は異方性エッチングできないため、ダイシング等で同様の溝を形成する。

【0014】図2は、本発明による光モジュールの第2の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。同図において、図1の構成部分と実質的に同じ部分は、図1の対応する部分と同じ番号で表示されている（他の実施形態においても同様である）。

本実施形態の光モジュールは、基板10aの平面上に半導体レーザ11がLD用サブマウント33介して固定され、また、フォトダイオード20が、はんだ22でSi基板10aの平面上に直接固定される。光軸付近に穴の開いた垂直な基板10bが右前方にろう付け等で基板10aに接合されている。さらに、金属ホルダ31bと同時にモールド成形されたレンズ31aが、LD11の前方光12に対してXY軸方向に調芯して、YAGレーザスポット32で溶接固定される。基板10aは放熱性の良いCuW等で、基板10bはFeNiの50アロイ等のレーザ溶接の容易な材質を選ぶことができる。LD11は、LD用サブマウント33上にはんだ付けされる。光学系の、前方光12、後方光13、光軸中心14、受光面21、オフセット23の位置関係は第1の実施形態と同様である。

図3は、本発明による光モジュールの第3の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施形態は、フォトダイオード20aの受光面21がレンズ光軸中心14に対して、一定角度 θ_x だけ傾斜した点を除いては、図1に示した光モジュールと同様の構成である。

Si基板10上にLD11と、LD11の前方の溝16にレンズ15が固定される。ここでは、Si基板10の後方に異方性エッチングで形成された溝17に、PD20aは、光軸方向（図1のZ方向）に分割された、はんだ43、44により、角度 θ_x だけ傾斜して固定される。これは、後方光の光軸14に対して、PD20aの受光面21を垂直から角度 θ_x だけ傾斜搭載して、LD11の後方光13の全体光量に対するPD20aでの受光量の効率を改善するためである。本実施形態の実施例による実測では、 $\theta_x=0^\circ$ に対して、 $\theta_x=10^\circ$ で効率は2倍前後、 $\theta_x=20^\circ$ で効率は4倍前後、 $\theta_x=30^\circ$ で効率は6倍前後改善され、わずかに θ_x だけ傾斜する意義は大きい。

【0015】ここで、 θ_x の角度の最適範囲について、図9、図10を用いて説明する。

【0016】図9は、光モジュールの主要部品の配置関係を示す断面図であり、図10にPDの傾き角度 θ_x と光結合効率の関係を示す。LD11の後方光13とPD

20との光結合効率は、LD11の後方光13の広がり角 θ_{beam} と、LD11とPD20の受光面21の中心間距離Lと、受光面の面積Sとの配置関係で主に決まる。

【0017】ところで、モニタPDの光結合効率として、最低限どの程度必要かを概算する。一般に光通信用のLDの前方出力は1~10mW程度で、後方出力はその1/10~1/5程度で、0.1~2mW、特に0.2~0.5mW程度が多い。モニタ用のPDの受光量は、0.05mW程度以上あれば問題にならない場合が多い。従って、LDの後方光とモニタPDとの光結合率は、0.05/0.5~0.05/0.2、つまり、-10~-6dB程度となり、-5dB以内であれば、実用上問題無いと考えられる。

【0018】実際に使用するLDとPDを決定すると、後方光13の広がり角 θ_{beam} の範囲内に受光面21が含まれる配置のLを設定すると、 θ_x が90度付近ではほぼ100%、つまり0dBの光結合効率になる。但し、コストの関係から受光面積Sの小さいPDを使用したり、実装の容易さの点からLDとPDの中心間距離Lを大きめにしたりして、 θ_x が90度付近で、50%程度、つまり-3dB程度の光結合効率になるように設定することも多い。

【0019】図10において、 θ_x が90度付近で0dB程度と結合効率大となり、光軸14に対するオフセットの無い場合を太い実線101で、オフセットを最適化して結合効率を効率改善分103のように改善した場合を細い実線102で示す。オフセットを最適化した場合は、PDの傾き角度 θ_x を10度以上くらいに、オフセット無しの場合でも、 θ_x を20度以上くらいに設定すると、-5dB以内となることがわかる。

【0020】また、前述のように、受光面積Sの小さいPDを使用したりした場合には、 θ_x が90度付近で-3dB程度と結合効率小となり、光軸14に対するオフセットの無い場合を太い点線111で、オフセットを最適化して結合効率を効率改善分113のように改善した場合を細い点線112で示す。オフセットを最適化した場合は、PDの傾き角度 θ_x を30度以上くらいに設定すると、-5dB以内となることがわかる。

【0021】一般に、基板に対する実装上、PDの傾き角度 θ_x は0度付近にするのが望ましいが、必要なモニタPDの結合効率に応じて、 θ_x を0~30度程度の範囲で傾け、オフセットを最適化することが望ましいと、以上より言える。

【0022】はんだ43、44により、角度 θ_x だけ傾斜搭載する方法を説明する。Si基板10の後方（図面左側）に形成された溝17のLD11側の、はんだ接続用メタライズ41の面積は大きく、LD11と反対側の、はんだ接続用メタライズ42の面積は小さくしておき、それぞれのメタライズ上及びその周辺に、同量のはんだを蒸着やパンチング等で供給しておく。一方、PD

20a側のはんだ接続用メタライズ51の面積をメタライズ42の面積と同じように大きく、メタライズ52の面積をメタライズ42の面積と同じように小さく形成しておく。

【0023】次に、はんだの位置にメタライズ51対応させてPD20aを搭載し、PD20aを拘束無しで、はんだを溶融させる。メタライズの面積が小さい方ははんだ44は、はんだの高さが高くなり、はんだ43は、はんだの高さが低くなるため、この状態で凝固させ、角度 θx の傾斜を形成する。ちなみに、はんだ44と43との間の距離45が400ミクロンの場合、はんだ間高低差46は70ミクロンで、傾斜角度 $\theta x=10^\circ$ となるので、容易に実現できる。

【0024】図4は、本発明による光モジュールの第4の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、PD20の受光面21がLD11の光軸14に対し角度 θx だけ傾斜している。PD20のはんだ付け部以外の構成は、図3に示した実施形態と同様である。Si基板10の後方に形成された溝17に、はんだを供給し、その上に θx だけ傾斜して拘束した状態でPD20を搭

載し、はんだ47を溶融・凝固させ、光軸14に対し角度 θx の傾斜を形成する。

【0025】図5は、本発明による光モジュールの第5の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、PD20bの受光面21がLD11の光軸14に対し角度 θx だけ傾斜している。PD20bのはんだ付け部以外の構成は、図3に示した実施形態と同様である。

【0026】本実施形態では、PD20bは、受光面21がLDの光軸に対し角度 θx だけ傾斜させるため、PD20bのはんだ接続面24を、あらかじめ斜めにカ

ットした断面形状にする。すなわち、PD20bの厚みLD11側を薄く、その反対側を厚くする。Si基板10の後方に形成された溝17に、はんだを供給し、その上にPD20bを搭載し、はんだ48を溶融・凝固させ、受光面21の傾斜角度 θx を形成する。

【0027】図6は、本発明による光モジュールの第6の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、PD21の受光面21がLDの光軸に対し傾斜角度 θx だけ傾斜している。PD21のはんだ付け部以外の構成は、図3に示した実施形態と同様である。PD20の受光面21が角度 θx だけ傾斜するように、LD11の後方(図面左側)のSi基板10に異方性エッチングで形成された溝17の斜面に、PD20を搭載し、はんだ49を溶融・凝固させ、受光面21の傾斜 θx を形成する。異方性エッチングで形成された溝17の斜面の傾斜角は、一般に約 54° のため、傾斜 θx もほぼ 54° になり、LD11の後方光13の全体光量に対するPD20での受光量の効率は改善する。但し、前述のように、PD20の搭載方向が斜めYZ方向81のため、搭載方法と、LD11とPD20との間隔に工夫が必要で

ある。また、本実施形態は、Si基板10の異方性エッチングで溝17が形成された例を示したが、ダイシング等で同様の溝を形成してもよい。

【0028】図7は、本発明による光モジュールの第7の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、PDの構成面、ベース基板に形成された溝の面に反射を利用して、LDの後方光をPDの受光面に導光するものである。

本実施形態は、ジャンクションアップ型のLD(光の出射点がLD搭載基板のはんだ接続面と反対側の面の近い側にあるLD)11が固着された基板10のLD側に溝17が形成されている。Y軸(紙面上方向)に対し角度 α 度傾斜した側面25をもつPD20cは側面25がLD11の発光面の対向するように、そして、受光面21が溝17に向かうようにPD20cの一部が搭載基板10にはんだ50で接続固定される。LD11からの後方光13の中心ビームは、PD20cの傾斜側面25と、溝17の面で、反射ビーム61のように繰り返し反射されて、PD20cの受光面21に入射される。本構成により、ジャンクションアップ型、ジャンクションダウン型の両方のLDによる光モジュールに適用できる。特に、ジャンクションアップ型のLDを構成する場合、LDの発光点から、導光用の溝までの距離が従来知られている光モジュールに比べ、短くでき、LDの光パワをモニタするPDへの受光量不足を解消できる。

図8は、本発明による光モジュールの第8の実施形態の主要部の構成を示す断面図である。本実施例は、LDの後方光をPDの構成面、ベース基板の面に反射を利用して、PDの受光面に導光する他の実施形態で、図7のものに比べ、LD搭載基板に反射面を作る溝が不要である。

【0029】PD20dのLD側の側面は、予め傾斜側面26のように端面の少なくとも一部を角度 β 度だけ傾けて研磨形成され、PD20dをはんだ71、72、73、74の4点で個別に接続固定されている(はんだ73、74は、はんだ71、72の紙面奥側のため、図示無し)。はんだ71、72、73、74は、PD20dの受光面21を、基板表面91から、LD11の発光点よりも低い隙間で、数10から100ミクロン程度の隙間があくように、はんだの量を調整して接続される。LD11からの後方光13の中心ビームは、PD20dの傾斜側面26と、基板表面91で、反射ビーム62のように繰り返し反射されて、PD20dの受光面21に入射される。本構成により、LD搭載基板に後方光を導光・反射させる溝が不要となり、製造工程を少なくする利点をもつ。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、LDの光パワをモニタするPDを搭載する方法において、PD用のベースを使用する必要が無いために、部品点数を1点削減すること

が可能となり、部品コストを下げる事が可能になる。更に、はんだ等による接続回数や、ワイヤボンディング等の電気接続の回数も1回少なくなる利点もある。特に、はんだ接続の場合は、PDに関するはんだの接続が1回減るため、光モジュール全体で、はんだの温度階層の設計自由度を広げる効果もある。また、PD用のベースを用いず、LD搭載基板の溝中に後方光を導光・反射させて、PDに入射する構造でも、LDの発光点から導光用の溝までの距離が小さいジャンクションダウン型のLDはもちろん、LDの発光点から導光用の溝までの距離が大きいジャンクションアップ型のLDでも、導光できる光量が十分に確保できる効果もある。以上により、PD用のベースを用いず、ジャンクションアップ型のLDにも適用可能で低コストなPD搭載方法を実現した光モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光モジュールの一実施形態の構成を示す断面図である。

【図2】本発明による光モジュールの第2の実施形態の構成を示す断面図である。

【図3】本発明による光モジュールの第3の実施形態の構成を示す断面図である。

【図4】本発明による光モジュールの第4の実施形態の構成を示す断面図である。

【図5】本発明による光モジュールの第5の実施形態の構成を示す断面図である。

【図6】本発明による光モジュールの第6の実施形態の構成を示す断面図である。

【図7】本発明による光モジュールの第7の実施形態の

構成を示す断面図である。

【図8】本発明による光モジュールの第8の実施形態の構成を示す断面図である。

【図9】本発明の光モジュールの部品の配置関係を説明する断面図である。

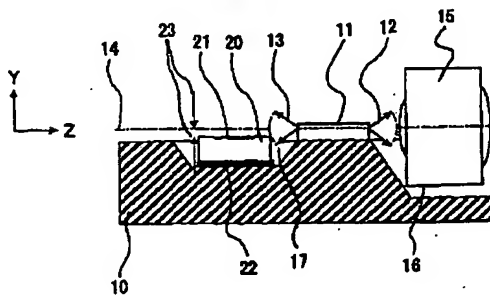
【図10】本発明の光結合効率を説明する図である。

【符号の説明】

10…Si基板、10a…基板、10b…基板、11…半導体レーザ、12…前方光、13…後方光、14…光軸、15…前方レンズ、16…溝、17…溝、20…フォトダイオード、20a…フォトダイオード、20b…フォトダイオード、20c…フォトダイオード、20d…フォトダイオード、21…受光面、22…はんだ、23…オフセット、24…はんだ接続面、25…傾斜側面、26…傾斜側面、31a…レンズ、31b…金属ホルダ、32…YAGレーザスポット、33…LD用サブマウント
41…はんだ接続用メタライズ、42…はんだ接続用メタライズ、43…はんだ、44…はんだ、45…はんだ間距離、46…はんだ間高低差、47…はんだ、48…はんだ、49…はんだ、50…はんだ、51…はんだ接続用メタライズ、52…はんだ接続用メタライズ、61…反射ビーム、62…反射ビーム、71…はんだ、72…はんだ、81…斜めYZ方向、91…基板表面、101…結合効率大でオフセット無しの場合、102…結合効率大でオフセット有りの場合、103…効率改善分、111…結合効率小でオフセット無しの場合、112…結合効率小でオフセット有りの場合、113…効率改善分。

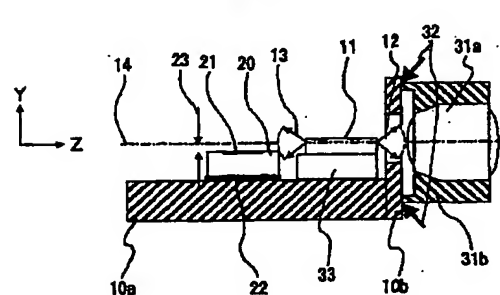
【図1】

図 1



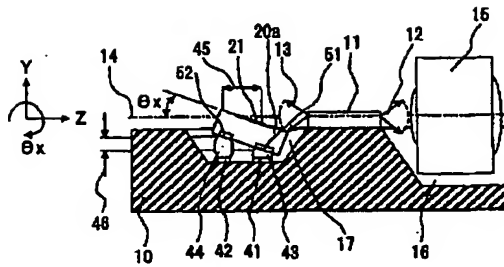
【図2】

図 2



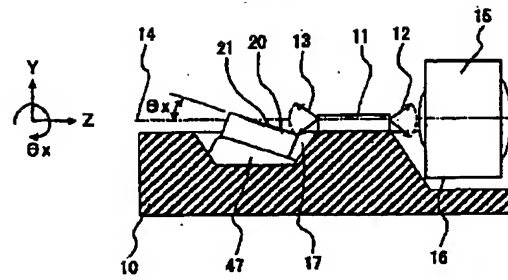
【図 3】

図 3



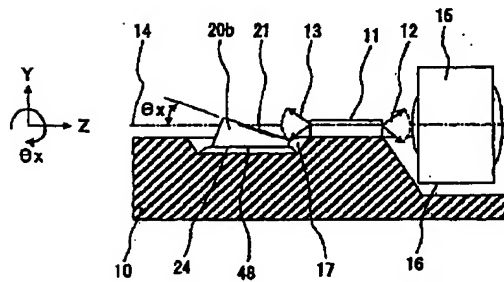
【図 4】

図 4



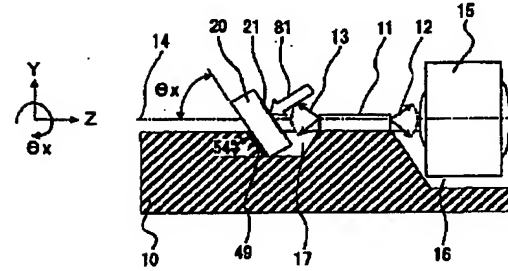
【図 5】

図 5



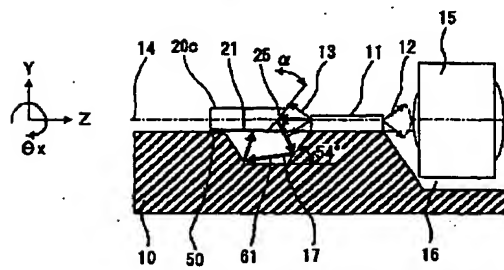
【図 6】

図 6



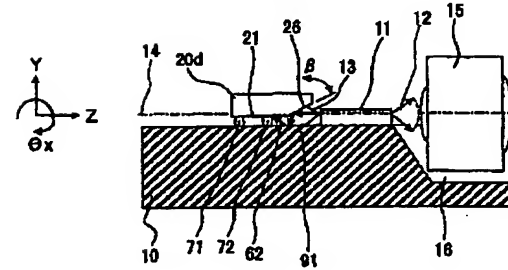
【図 7】

図 7



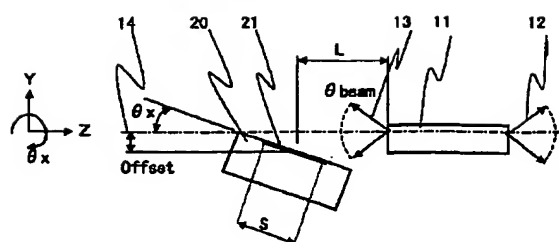
【図 8】

図 8

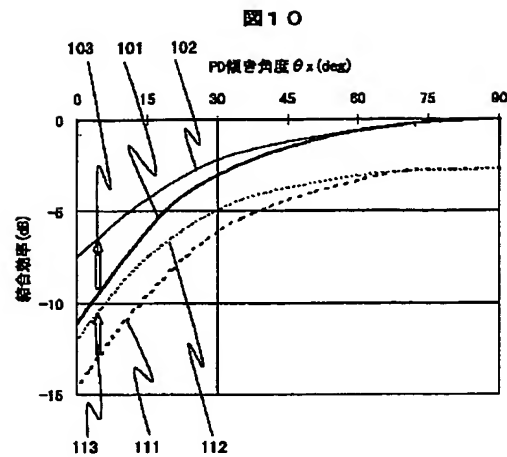


【図 9】

図 9



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 松嶋 直樹
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

Fターム(参考) 5F047 AA19 AB03
5F073 AB25 EA29 FA02 FA04
5F088 AA01 BA01 BA15 BA16 EA09
EA11 JA03